

Adam Wiernasz

artykuły w magazynie eXperiment (2018)

1

Inne Światy

eXperiment nr 1(1), styczeń 2018, s. 15-17

2

Gwiezdne sąsiedztwo

eXperiment nr 2(2), luty 2018, s. 13-14

3

W stronę gwiazd

eXperiment nr 3(3), marzec 2018, s. 24-26

4

"Morderca Plutona" i dziewiąta planeta

eXperiment nr 4(4), kwiecień 2018, s. 18-20

5

Kosmiczna perspektywa

eXperiment nr 6(6), czerwiec 2018, s. 18-19

Inne Światy

Czasami każdemu z nas zdarza się spoglądać w rozgwieżdżone nocne niebo. Najczęściej nasze spostrzeżenia ograniczają się odnotowania "dużej ilości gwiazd". Niekiedy przy dłuższej możliwości kontemplowania firmamentu zadajemy sobie pytanie, czy gdzieś tam jest jakieś życie. Wybierzmy się wspólnie w daleką, jednak bardzo ciekawą podróż do innych światów.

Jakie światy?

Świat to pojęcie względne. Często mówimy, że coś jest "największe na świecie", albo słyszymy, że ktoś wybiera się w "podróż dookoła świata". Na codzień świat to miejsce ściśle związane z naszym życiem i ważnymi dla nas sprawami. Dla intuicji to stan zupełnie normalny i w zasadzie niezmienny od bardzo dawna. Skala świata rosła powoli przez ostatnie 200 000 lat, czyli przez okres istnienia człowieka rozumnego (*Homo Sapiens*). Dla naszych przodków, żyjących w koczowniczych plemionach, całym światem były terytoria ich wpływów. Konkwistadorzy zaś podbijali "nowe światy" w postaci Ameryki, Afryki oraz Indii 600 lat temu. Kiedy globus został szczegółowo wypełniony konturami wszystkich kontynentów (schyłek XVIII wieku), ludziom wydawało się, że poznaliśmy już cały świat. Pomijam oczywiście kwestię rozważań dotyczących światów nadprzyrodzonych, związanych z kultami oraz religiami na przestrzeni dziejów. Postarajmy się zatem prześledzić historię odkrywania przez nas innych światów.

Odrobina historii

Choć za przełomowe można by uznać obserwacje Galileusza, który bardzo słono zapłacił, za przedstawienie obserwowanych przez siebie planet jako światów podobnych do Ziemi, koncepcje innych światów rodziły się w głowach ludzi już wcześniej.

Istnieje w ostatnich czasach pewna niezrozumiała dla mnie niechęć do przytaczania historii Giordano Bruno - renesansowego filozofa włoskiego pochodzenia, który w 1600 roku został spalony na stosie za głoszenie, że widoczne na nocnym niebie gwiazdy mogą być ciałami niebieskimi takimi jak Słońce, otoczonymi własnymi układami planetarnymi. To wszystko miało jednak miejsce tylko 15 lat przed procesem Galileusza. Chińscy astronomowie już ponad 2000 lat przed naszą erą potrafili zaobserwować, że Jowisz potrzebuje 12 lat na dokonanie pełnego obrotu wokół Słońca. 350 lat przed naszą erą Arystoteles postulował, że Ziemia może być sferą, choć rozdzielał on świat jedynie na zmienną Ziemię oraz niezmienną Niebo. 280 lat przed naszą erą Arystrach z Samos na podstawie obserwacji zaproponował heliocentryczny model Wszechświata, w którym Ziemia i inne planety miały obiegać Słońce. Niestety wszystkie jego prace znajdowały się w bibliotece aleksandryjskiej - najsłynniejszej i największej bibliotece świata starożytnego, której to Arystrach był pracownikiem. Biblioteka została doszczętnie zniszczona w licznych konfliktach na tle religijnym około 300 roku przed naszą erą. Wraz z manuskryptami Arystracha koncepcja heliocentrycznego świata została pogrzebana na kolejne 1800 lat, aż do czasów Kopernika i jego wielkich odkryć. Oprócz

niesamowitej potęgi ludzkiej myśli, powyższy przykład dobrze obrazuje, jak wiele zawdzięczamy niewielu, oraz jak niejednokrotnie mało istotne wydarzenie mogło odmienić losy rozwoju całej ludzkości na kolejne milenia.

Pierwsze koty za płoty

Tyle tytułem odległej historii. Zróbmy teraz nieco dłuższy skok w czasie i powiedzmy sobie otwarcie, że mówiąc o innych światach mamy w tym artykule na myśli planety krążące wokół innych gwiazd. Pominiemy tutaj historię odkryć związanych z wiekiem i strukturą całego Wszechświata, ponieważ jest to zagadnienie nadające się na osobny artykuł. W XVIII wieku, kiedy mieliśmy już kompletny globus, w jednym ze swoich dzieł Isaac Newton pisał (parafrazując), że jeśli gwiazdy na niebie są centrami innych układów planetarnych, muszą rządzić się takimi samymi prawami, jak nasz. Widzimy zatem, że już ponad 200 lat temu uczeni byli świadomi możliwości istnienia planet krążących wokół innych gwiazd. Niestety astronomia musiała poczekać cierpliwie na rozwój technologii, która umożliwiłaby odkrywanie planet pozasłonecznych - egzoplanet. Na przestrzeni XIX oraz pierwszej połowy XX wieku postulowano wiele odkryć egzoplanet za pomocą techniki zwanej astrometrią.

Jak odnaleźć egzoplanetę?

Astrometria polega na obserwowaniu

zmian położenia ciał niebieskich na niebie. Przywołując choćby trzecią zasadę dynamiki Newtona, planety krążące wokół gwiazd oddziałują grawitacyjnie na gwiazdę macierzystą powodując jej kołysanie. Dla naszego Słońca na przykład taki punkt będący środkiem masy układu słonecznego jest zmienny i znajduje się często poza Słońcem. Wtedy też Słońce krąży wokół tego punktu wykonując delikatny ruch dla zewnętrznego obserwatora. Takiego

tranzytu można uznać zaćmienie Słońca. Przechodzący na tle tarczy Słońca Księżyc powoduje znaczne pociemnienie blasku naszej dziennej gwiazdy dla mieszkańców planety. Mniej popularne i dużo rzadsze zjawiska tranzytu to przejście Merkurego lub Wenus na tle tarczy Słońca. Może ciężko sobie to wyobrazić, ale nawet tak mała kuleczka jak Merkury, wędrujący na tle tarczy Słońca, powoduje lekkie pociemnienie jego blasku. Być może

przechodzącej akurat na tle jej tarczy. Inne możliwe zjawiska to zmienność samej gwiazdy, bądź układ wielokrotny, w którym jedna z gwiazd przesłania chwilowo drugą, zmniejszając jej blask. Musieliśmy opracować jeszcze jedną technologię, która jednoznacznie potwierdzałaby, że pociemnienie było spowodowane faktycznie przez planetę. Tutaj na scenie pojawia się spektroskopia - arcy-potężne narzędzie w astronomii. Z pewnością każdy z nas kojarzy, jak światło słoneczne, przechodząc czasem przez szybę pod dziwnym kątem, pada na ścianę lub podłogę w postaci malowniczej tęczy. Mamy tu do czynienia ze zjawiskiem rozszczepienia światła na fale składowe zwane widmem (z góry przepraszam purystów optyki za to gorszące uproszczenie, jednak nie samo zjawisko jest tematem artykułu). Z pomocą spektroskopii możemy dokonać rozszczepienia światła dowolnej gwiazdy na takie widmo. A teraz najlepsza część sztuczki! Kilka linijek wyżej stwierdziliśmy, że nie da się zarejestrować subtelnych kołysań gwiazdy za pomocą astrometrii. Otóż w przyjaznych do obserwacji tranzytu warunkach gwiazda (poprzez ustawiony krawędzią do nas układ planetarny) kołysząc się minimalnie, oddala się i przybliża do nas wykonując delikatny ruch wokół środka masy własnego układu planetarnego. O ile żaden instrument wizualny nie jest w stanie zarejestrować tych subtelnych ruchów, o tyle widmo takiej gwiazdy zmienia się w czasie wykonując lekkie ruchy w jedną stronę (ku czerwieni) oraz w drugą stronę (ku kolorowi niebieskiemu). Jest to spowodowane efektem Dopplera - tym samym, dzięki któremu słyszymy zmiany tonu sygnału karetki lub policji zbliżającej się a następnie



Galaktyka spiralna M101. fot. Piotr Kołaczek-Szymanski

efektu u innych gwiazd poszukiwali astronomowie przez ostatnie stulecie. Niestety bezskutecznie. Metoda stricte wizualna, jaką jest astrometria, nie pozwala nawet przy najnowszej, znanej współcześnie technologii, zarejestrować tak subtelnych zmian położenia dla oślepiających swym blaskiem i oddalonych o dziesiątki lub setki lat świetlnych gwiazd. Nagły zwrot w tej jakże wartkiej akcji następuje w latach 80-tych XX wieku, kiedy to astronomowie z NASA postulują budowę teleskopu kosmicznego, który rejestrował by zjawisko zwane tranzytem za pomocą fotometrii. Już spieszę z wyjaśnieniami. Tranzyt to zjawisko przejścia ciała niebieskiego na tle innego ciała niebieskiego z perspektywy zewnętrznego obserwatora. Na przykład dla nas na Ziemi za najbardziej znane zjawisko

nikt z nas nie ma tak doskonałego oka, aby móc to stwierdzić, jednak dla cyfrowych czujników nie stanowi to już problemu.

Trochę techniki...

Tu właśnie mowa o fotometrii, która w astronomii zajmuje się rejestrowaniem jasności gwiazd. Astronom Wiliam Borucki zaproponował w latach 80-tych koncepcję teleskopu rejestrującego cykliczne, subtelne pociemnienia gwiazd, mogące być efektem tranzytu planet krążących wokół nich. Oczywiście metoda taka miałaby sens tylko dla takich układów planetarnych, których płaszczyzna jest skierowana krawędzią do nas - obserwatorów z okolic Słońca. Zarejestrowanie takiego pociemnienia gwiazdy wcale nie musi oznaczać istnienia planety

oddalającej się od nas. Światło gwiazdy minimalnie przybliżającej się do nas ulega ściśnięciu, przez co jego widmo przesuwają się w stronę niebieskiego koloru (krótsza fala). Kiedy gwiazda minimalnie oddala się od nas w ruchu obrotowym, jej światło ulega rozciągnięciu, w wyniku czego widmo przesuwają się w stronę koloru czerwonego (dłuższa fala). Są to subtelne zmiany prędkości radialnej gwiazdy. Stąd technikę poszukiwania planet w ten sposób nazwano metodą prędkości radialnej.

Odkrycia

Po cóż zagłębialiśmy się w to wszystko? Od lat 90-tych XX wieku do roku 2009, głównie dzięki metodzie prędkości radialnej, udało się odkryć kilkaset planet pozasłonecznych. Najczęściej były to tak zwane "gorące Jowisze" - ogromne planety krążące bardzo blisko gwiazd podobnych do Słońca. Ich odkrywanie było łatwe, ponieważ, bliska odległość do gwiazdy macierzystej potęgowała efekt jej kołysania na skutek oddziaływania grawitacyjnego. Tego typu odkrycia zaczęły nawet prowokować przemysł naukowców, iż nasz układ słoneczny może być naprawdę wyjątkowy i niepowtarzalny. Wszystko jednak miało się zmienić w 2009 roku, kiedy to koncepcja teleskopu kosmicznego rejestrującego tranzyty została zrealizowana. Na orbitę ziemską wysłany został kosmiczny teleskop Keplera. Dr Natalie Batalha, jedna z kluczowych osób w zespole teleskopu Keplera wybrała stały obszar obserwacji teleskopu w postaci fragmentu nieba znajdującego się między jednym z ramion konstelacji Łabędzia a konstelacją Lutni. Wielkość tego

obszaru odpowiada mniej więcej fragmentowi nieba, jaki przysyłamy otwartą dłoń na wyprostowanej ręce. Od momentu rozpoczęcia prac

Chociaż sami nie będziemy w stanie latać do najbliższych gwiazd jeszcze przez setki lat, nie wyklucza się możliwości zbadania planet okrążających pobliskie gwiazdy w przeciągu najbliższych dekad. W tej chwili ramach inicjatywy Breakthrough StarShot opracowywana jest technologia, która już za 20 lat może umożliwić wysłanie roju nanosond, które rozpędzone do 20% prędkości światła mogłyby dotrzeć do najbliższej nam egzoplanety - Proxima B w ciągu 20 lat.

aż po dziś dzień potwierdzono istnienie 2852 planet odkrytych przez teleskop Keplera. 4496 kolejnych czeka na potwierdzenie za pomocą metody prędkości radialnej. Spośród odkrytych i potwierdzonych planet aż 30 to małe skaliste ciała, przypominające wielkością Ziemię, krążące w takiej odległości od gwiazdy macierzystej, która umożliwia istnienie wody na powierzchni tych globów. Mowa tu o tak zwanej ekosferze, zwanej inaczej strefą habitacyjną bądź strefą Żłotowłosej.

Jest w tym majestat

Trzeba przyznać, że ostatnie ćwierć wieku odkryć mocno zrewidowało nasz pogląd o innych światach. W sumie do dnia dzisiejszego odkryliśmy różnymi metodami 3558 planet, badając tylko niewielki fragment nieba. Na podstawie tych odkryć szacuje się, że w samej Drodze Mlecznej może się znajdować 40 miliardów planet podobnych do Ziemi, w tym 11 miliardów planet krążących wokół gwiazd podobnych do Słońca. Staram się przytaczać te liczby na każdym ze spotkań popularizacyjnych, kiedy spoglądamy przez teleskopy w niebo. Chciałbym życzyć nam wszystkim, abyśmy spoglądając następnym razem w niebo, pomyśleli o tych dziesiątkach... a zapewne i setkach

miliardów światów tak samo prawdziwych, jak nasz. Abyśmy spoglądając w niebo byli świadomi miliardów pięknych wschodów i zachodów "Słońca" na niezbadanych równinach, górach i dolinach oraz oceanach światów, których obraz może być tak egzotyczny, że na tę chwilę nawet nie jesteśmy w stanie wyobrazić sobie, jak mogą wyglądać.

Co dalej?

Zapewne docierając do tego miejsca zastanawiacie się, po cóż nam to wszystko? Co nam po odkryciach tysięcy planet, do których nigdy nie dotrzemy. Warto tutaj wspomnieć, iż nadchodzące lata przyniosą nam dużo więcej odkryć dzięki takim misjom jak Transiting Exoplanets Satellite Survey, która ma być wysłana w kosmos w marcu 2018. Co więcej, budowane w tej chwili teleskopy kosmiczne jak i naziemne (James Webb Space Telescope oraz European Extremely Large Telescope) będą w stanie już za kilka lat zajrzeć w skład atmosfer odkrytych planet. To pozwoli nam odpowiedzieć na jedno z największych pytań astronomii. Czy we Wszechświecie istnieje życie poza Ziemią? Choć prawdopodobnie przez najbliższe setki lat nie będziemy w stanie odwiedzić tych światów, jestem szczerze przekonany, iż choćby jedno takie odkrycie mocno wpłynie na nasze postrzeganie naszego miejsca we Wszechświecie oraz da poczucie spokoju poprzez pogłębienie odczuwania jedności i bycia częścią tego jakże ciekawego i pełnego tajemnic Wszechświata. Następnym razem przyjrzymy się bliżej kilku najciekawszym egzoplanetom, które mogą być potencjalnymi celami przyszłych badań.

Gwiezdne sąsiedztwo

Sąsiedzi to często drażliwy temat. Każdy z nas ma jakiegoś charakterystycznego sąsiada, który sprawia, iż nie czujemy się zupełnie sami w naszym otoczeniu. Jeśli mielibyśmy określić nasze najbliższe sąsiedztwo, najczęściej przychodzą nam na myśl ludzie mieszkający w tym samym budynku wielorodzinnym, bądź mieszkańcy sąsiedniej posesji. Poszerzając nieco horyzonty możemy mieć także na myśli sąsiednie miasta lub wsie. Jeżeli są wśród nas zwolennicy świata bez granic (jak śpiewał John Lennon), zapewne spoglądają czasem ze smutkiem na globus Ziemi pokrojony niezdarnie na państewka niczym tort.

■ Adam Wiernasz

Wywalczone krwią przodków granice wyznaczają sąsiednie Państwa, których mieszkańcy na przestrzeni dziejów oddają dzielnie życie, aby przesunąć kreseczkę o kilka kilometrów w jedną bądź w drugą stronę. Opuśćmy teraz wybrzeże kosmicznego oceanu, jakim jest dla nas powierzchnia Ziemi. Zapewne prawie każdy z nas, myśląc o kosmicznym sąsiedztwie przywołał by na myśl Księżyc. Szalenie dalekimi sąsiadami wydają nam się być planety Wenus i Mars, ale o takie myślenie mamy luksus pokusić się dopiero od czasów kopernikańskich.

Wielka pustka

Dalej zaczyna się jednak problem. Często podczas spotkań popularyzacyjnych, zaraz po próbie wyjaśnienia skali odległości we Wszechświecie, spotykam się z ciężkim westchnieniem rozmówcy. Posiadając swoje ważne sprawy wyrażane w skali kilometrów tutaj na Ziemi, czujemy się okropnie osamotnieni i malutcy w kosmicznej skali. Przecież najbliższa gwiazda jest oddalona o 9 460 865 119 200 km (prawie 9.5 biliona kilometrów). Wystarczy jednak uświadomić sobie, że nasza galaktyka (Dro-

ga Mleczna), ma ponad 100 000 lat świetlnych średnicy, aby zrozumieć, że oddalone o kilka lat świetlnych gwiazdy z naszej okolicy są w kosmicznej skali jak sąsiedzi zza bardzo cienkiej ściany. Oczywiście nic we Wszechświecie nie stoi w miejscu. Wszystkie gwiazdy Drogi Mlecznej krążą wokół jej centrum, stąd odległości do naszych sąsiadów zmieniają się. Astronomowie podejrzewają, że niektóre obiekty Układu Słonecznego zostały "przechwycone" przez grawitację Słońca podczas bliższych spotkań z gwiazdnymi sąsiadami podczas swej podróży dookoła galaktyki w przeszłości. Kolejne bliskie spotkanie czeka Słońce i sąsiedni układ Alpha Centauri już za niespełna 30 000 lat, kiedy to odległość między tymi ciałami niebieskimi skurczy się do tylko nieco ponad 3 lat świetlnych (o $\frac{1}{4}$ bliżej niż obecnie). Spoglądając "odrobinę" dalej w przyszłość możemy spodziewać się spotkania Słońca z gwiazdą HIP 85605. Odległość podczas spotkania gwiazd może wynieść od 0.13 do 0.65 roku świetlnego za około 240 000 lat. Za ponad 10 milionów lat gwiazda Gliese 710 zbliży się do nas na odległość 0.14-0.27 roku świetlnego. Zważając na

fakt, że najdalsze rubieże Układu Słonecznego - obłok Oorta, sięgają aż do 1 roku świetlnego od naszej gwiazdy, możemy się spodziewać całkiem niezłych perturbacji oraz wymiany komet podczas tak bliskich spotkań. Z pozytywnych aspektów takich zdarzeń można by odnotować całkiem realną możliwość podróży do takich gwiazd. Oczywiście przy założeniu, że naszemu gatunkowi, mimo wszelkich starań, nie uda się samozagłada. Wszystkie te bajeczne zbliżenia błędą jednak przy perspektywie odległości pomiędzy gwiazdami w gromadach kulistych. Odległości pomiędzy gwiazdami w centrach takich gromad mogą wynosić tyle, co dystans od Słońca do Neptuna. Wyobraźmy sobie, jak może wyglądać nocne niebo na planecie orbitującej wokół jednej z takich gwiazd.

Poznaj sąsiada

Kim są zatem nasi najbliżsi gwiazdni sąsiedzi? To dość zaskakujące, ale spoglądając w nocne niebo wcale nie mamy okazji dostrzec tych najmniej oddalonych od Słońca gwiazd. Aby lepiej to sobie wyobrazić, musimy uświadomić sobie ogrom różnic w rozmiarach oraz jasności gwiazd różnego typu.



Nasz najbliższy kosmiczny sąsiad - Księżyc. fot. Piotr Kołaczek - Szymański

Największa znana nam gwiazda - UY Scuti - ma średnicę 3400 razy większą od Słońca. Czy to dużo? We wnętrzu tej gwiazdy zmieściłoby się 6 489 000 000 000 000 (sześć i pół tryliona) planet wielkości Ziemi. Najmniejsze zaś znane gwiazdy - pulsary, mogą mieć promień rzędu kilku kilometrów. W otoczeniu Słońca najliczniejszą grupę stanowią jednak czerwone karły. Jest ich aż 18 w promieniu 12 lat świetlnych od Słońca. Są one znacznie mniejsze od naszej rodzimej gwiazdy (15-40% promienia Słońca) oraz emitują znacznie mniej światła. Zatem na nocnym niebie widzimy w większości pobliskie gwiazdy, które są nieco większe i jaśniejsze od Słońca, albo ogromne i jasne gwiazdy oddalone o setki lat świetlnych. Nasi sąsiedzi są tak "spokojni" i niedostrzegalni, że najbliższego nam czerwonego karła - Proximę Centauri udało nam się dostrzec dopiero w 1915 roku. Pierwsze pomiary odległości do tej gwiazdy przeprowadzono

w 1917 roku, kiedy to astronomowie uświadomili sobie, że leży ona w bardzo podobnej odległości od Słońca (4.2 roku świetlnego), co układ podwójny Alpha Centauri (4.37 roku świetlnego). Wtedy też zaczęto podejrzewać, że gwiazdy te mogą być powiązane grawitacyjnie. To, że przez praktycznie cały okres istnienia gatunku ludzkiego nie widzieliśmy na niebie najbliższej nam gwiazdy, nie jest największą ciekawostką. Dopiero w 2016 roku astronomowie odkryli, że Proximę Centauri okrąża planeta o masie i promieniu zbliżonym do rozmiarów Ziemi! Planeta otrzymała nazwę Proxima b. Tak drogi czytelniku, masz okazję żyć w tak niesamowitych czasach ekscytujących odkryć w astronomii. To niesamowite odkrycie było owocem projektu "Pale Red Dot", który miał na celu wyjście nauki do ludzi poprzez relacjonowanie na blogu praktycznie na żywo każdego etapu, publikowanie surowych pomiarów i pierwszych analiz.

Kampania ta jest obecnie kontynuowana pod nazwą "Red Dots". W jej ramach prowadzone są dalsze obserwacje Proximy b oraz dodatkowo obserwacje czerwonych karłów - gwiazdy Barnarda - oddalanej o 5.96 lat świetlnych oraz Ross 154 - oddalanej o 9.68 lat świetlnych. Dane z obu kampanii już na ten moment wskazują ślad potencjalnych, dodatkowych planet krążących wokół Proximy Centauri. W 2017 roku astronomowie odkryli metodą prędkości radialnej (patrz art. "Inne światy" z Nr1(1) 2018) planetę o rozmiarach 1.4 promienia Ziemi krążącą w ekosferze wokół czerwonego karła Ross 128, oddległego o 11 lat świetlnych od Słońca. Na planecie tej, jeśli przyjąć, że ma atmosferę, mogą panować temperatury od -60°C do $+20^{\circ}\text{C}$. Spośród 23 najbliższych nam sąsiednich gwiazd odkryliśmy po 2012 roku planety krążące wokół 8 z nich (Wyjątek stanowi gwiazda Epsilon Eridani, której planetę odkryto w 2000 roku).

W stronę gwiazd

Odległości do choćby najbliższych z gwiazd mogą każdego z nas przyprawić o zawroty głowy. Myśląc w kategoriach przemieszczania się ludzi i obiektów z najwyższymi osiąganymi dzisiaj prędkościami wizja podróży do gwiazd zdaje się pozostawać w sferze opowiadań science-fiction. Przekonajmy się, czy faktycznie jest to aż tak niewykonalne.

■ Adam Wiernasz

Przedstawiciele ludzkiego gatunku, spośród wielu pozytywnych i negatywnych cech, bez wątpienia charakteryzują się odwieczną i niezaspokojoną ciekawością. Chęć sięgania ku nieznanemu towarzyszyła nam od zarania dziejów istnienia Homo Sapiens. Ta właśnie motywacja była głównym motorem napędowym ekspansji ludzi na wszystkie kontynenty Ziemi przez ostatnie 2 miliony lat. Można by zaryzykować stwierdzenie, iż ciekawość leży gdzieś głęboko w naszej ludzkiej naturze - jest zapisana w naszych genach. Pojawia się już u niemowląt i jest głównym motorem poznawania świata przez całe nasze dzieciństwo. Choć ludzie wędrowali od początku istnienia naszego gatunku, na pewnym etapie, około 10 000 lat p.n.e. plemiona koczownicze zaczęły osiedlać się na stałe, przechodząc na rolnictwo. W czasach pierwszych cywilizacji, nasi przodkowie, spoglądając w niebo dostrzegali bogów oraz nieosiągalne dla świata materialnego krainy. Pod koniec XVIII wieku nasza współczesna cywilizacja zawędrowała niemalże w każdy zakątek Ziemi. Stanęliśmy na brzegu kosmicznego oceanu, jakim jest powierzchnia naszej planety. Czy biorąc pod uwagę niewyobrażalnie ogromne odległości we wszechświecie. Konstantin Ciołkowski (1857-1935), pionier teorii lotów rakietowych, powiedział: "Ziemia jest kolebką ludzkości, ale nikt nie zostaje w kołysce na wieki". Był on pierwszym, żyjącym w XX wieku naukowcem, śmiało głoszącym swoje przekonanie o tym, że ludzkość musi skolonizować kosmos, aby zapewnić sobie nieśmiertelność i bezpieczną egzystencję jako gatunek. Jednakże od momentu ogłoszenia przez Ciołkowskiego teorii lotu rakiety w 1903 roku oraz teorii lotu rakiety wielostopniowej w 1929 roku, ludzkość przez ostatnie 60 lat praktycznej eksploracji kosmosu zdołała jedynie zbadać poprzez sondy robotyczne największe obiekty Układu Słonecznego. Człowiek osobiście opuścił niską orbitę jedynie podczas programu Apollo, kiedy zdołał odwiedzić najbliższe Ziemi ciało niebieskie

- naszego naturalnego satelitę. To tylko tyle, lub aż tyle, biorąc pod uwagę czas istnienia naszej cywilizacji. W dobie obecnego stanu rozwoju technologicznego ludzkości możemy być pewni, że człowiek postawi stopę na Marsie jeszcze w XXI wieku. W układzie Słonecznym istnieją



fot. Piotr Kołacz

jeszcze tak ciekawe potencjalne miejsca eksploracji jak Europa, Tytan, Enceladus czy Tryton - księżyce olbrzymów Układu Słonecznego. Nawet sam Pluton, co wiemy od 2015 roku, zdaje się być arcyciekawym i zróżnicowanym geologicznie ciałem niebieskim, godnym eksploracji. Podążając

jednak dalej niż sięga orbita Marsa zdajemy się wkraczać na obszar dywagacji z gatunku Science-Fiction. Jak w świetle tego możemy choćby próbować w sposób naukowy rozważać podróże poza krańce Układu Słonecznego... podróże do gwiazd? Postarajmy się chociaż spróbować wyobrazić sobie skalę odległości o których będziemy mówić. Samolot myśliwski mógłby pokonać średnią odległość Ziemia - Księżyc w czasie ponad 5 miesięcy. Lecąc z taką samą prędkością pokonalibyśmy odległość Ziemia-Słońce w... 120 lat. Tyle zajęłoby pokonanie 150 milionów kilometrów z prędkością dźwięku. Jak widzimy, do eksploracji kosmosu potrzebujemy dużo większych prędkości. Najszybciej opuszczający Ziemię pojazd, sonda New



tek-Szymański

Horizons, której celem było zbadanie Plutona, poruszała się z prędkością od 13 km/s do prawie 23 km/s. Osiągając te niebotyczne prędkości sonda potrzebowała 9 lat, aby dotrzeć do Plutona.

Aktualnie Pluton oddalony jest o ponad 5 miliardów

kilometrów od Ziemi. Pokonanie tej odległości samolotem z prędkością dźwięku zajęło by nam 4160 lat. Wbrew temu, co większość z nas kojarzy ze szkołą, Pluton to wcale nie są granice Układu Słonecznego. To sam środek tzw. pasa Kuipera rozciągającego się w odległości od 30 do 50 AU (1 AU = 149 597 871 km) od Słońca. Do tej pory odkryto ponad 1000 obiektów należących do tego obszaru, jednak astronomowie przewidują, że może się tam znajdować nawet ponad 100 000 obiektów o średnicy większej niż 100 km. Zatem ostatnie planety karłowate Układu Słonecznego są oddalone o prawie 7.5 miliarda kilometrów. Dotarcie tam z prędkością samolotu odrzutowego zajęłoby nam prawie 6000 lat. To jednak nadal nie krańce Układu Słonecznego! Gdzieś w odległości pomiędzy 2 000 a 100 000 AU od Słońca może znajdować się tzw. Obłok Oorta - sferyczny obłok składający się z pyłu oraz komet. Rozmiary tego obiektu są oczywiście jedynie przybliżone, ponieważ nie jesteśmy w stanie zbadać tak ogromnie oddalonych, małych obiektów. Krańce tego obłoku, to według niektórych estymacji już połowa odległości do najbliższej gwiazdy. Próbuując zatem rozważać jakąkolwiek koncepcję przemieszczania się na takie odległości, pojawia nam się tutaj po raz pierwszy koncepcja podróży międzygwiazdnych. Biorąc pod uwagę powyższe liczby, zadajemy sobie pytanie, czy takie podróże są w ogóle w zasięgu ludzkości. Czy piękne wizje naszego gatunku eksplorującego w statku Enterprise Drogę Mleczną w poszukiwaniu nowych odkryć z filmu Star Trek kiedykolwiek wyjdą poza sferę science-fiction? Istnieje wiele sceptycznych opinii, głoszących iż Homo Sapiens nigdy nie opuści niskiej orbity Ziemi. Kiedy popatrzymy na poczynania niektórych przywódców państw, takie stwierdzenia mogą nam się wydawać niezwykle bliskie prawdy. Spróbujmy jednak przyjrzeć się wszelkim prawdziwym dokonaniom nauki w tym kierunku. Pierwsza poważna matematyczna koncepcja impulsowego napędu jądrowego została zaproponowana w 1947 roku przez Stanisława Ulama, amerykańskiego naukowca polskiego pochodzenia. Sugerował on, iż napęd jądrowy będzie wykorzystywał milion razy mniej paliwa (biorąc pod uwagę masę), niż standardowy napęd chemiczny. Koncepcja ta została wzięta "na warsztat" w latach 50-tych, kiedy to rozpoczęły się prace nad projektem "Orion". Projekt zakładał

serię wybuchów jądrowych w tylnej części statku kosmicznego, umożliwiającą rozpędzenie go do kilku procent prędkości światła. Tak szybko podróżujący statek mógłby hipotetycznie dotrzeć do najbliższej nam gwiazdy - Alpha Centauri w 44 lata. W tamtym okresie nawet nie analizowano potencjalnego wpływu radiacji na człowieka, ponieważ misje załogowe miały się dopiero odbywać na Księżyc, stąd nawet nie myślano o wsadzaniu człowieka w statek międzygwiezdny. Przeprowadzonych zostało nawet kilka prób z modelem całego systemu w znacznie zmniejszonej skali. Jednakże przy ówczesnej wizji startu impulsami wybuchów jądrowych z powierzchni Ziemi statek w pełnej skali mógłby doprowadzić do lokalnej katastrofy ekologicznej a sam impuls elektromagnetyczny mógłby zniszczyć satelity krążące po orbicie. Powstały w 1963 roku układ o zakazie prób broni nuklearnej w atmosferze, w przestrzeni kosmicznej i pod wodą spowodował zakończenie prac i zamknięcie projektu Orion.

Kolejną, nieco już bardziej dopracowaną koncepcją, był zaproponowany przez brytyjczyków w latach 70-tych projekt "Dedal". W tym przypadku zakładano zbudowanie na orbicie Ziemi potężnego, dwu-stopniowego statku badawczego, którego celem miała być oddalona o 5.97 lat świetlnych Gwiazda Barnarda. Pierwszy stopień statku miał rozpędzić go w ciągu 2 lat poprzez impulsowe wybuchy jądrowe do 7% prędkości światła. Po odłączeniu drugi stopień przez kolejne 1.8 roku miał rozpędzić statek do 12% prędkości światła, co pozwoliłoby w ciągu kolejnych 46 lat dotrzeć do gwiazdy Barnarda. Całość miała być wyposażona w 5-metrowe teleskopy optyczne oraz 2 25-metrowe teleskopy radiowe. Sprzęt ten miał po 25 latach od rozpoczęcia misji zacząć badać przestrzeń wokół gwiazdy Barnarda w poszukiwaniu planet. Dane zebrane podczas badań miały być przesłane na Ziemię za pomocą 40-metrowego "dzwonu" silnika jądrowego drugiego stopnia statku, który miał w tym celu służyć jako talerz anteny komunikacyjnej. Projekt zakładał także wyposażenie statku w 18 sond, które zostałyby wypuszczone 7.2 oraz 1.8 roku przed dotarciem Dedalusa do systemu gwiazdy Barnarda. Sondy wyposażone w małe silniki o napędzie jądrowym, poruszając się nadal z 12% prędkości światła, miały badać system za pomocą kamer oraz spektrometrów a następnie przesyłać dane do Dedala. Napęd miał być zasilany paliwem

z deuteru oraz helu-3, stąd zakładano, że ich pozyskanie będzie możliwe poprzez zebranie tych materiałów z księżyca. Jak widać, był to bardzo rozbudowany oraz ambitny program. Z pewnością wyprzedzający możliwości technologiczne lat 70-tych. W latach 80-tych Amerykanie zaproponowali kolejną koncepcję - projekt Longshot. Ten pomysł o nieco innej architekturze silnika, opartej o reaktor stale podtrzymujący reakcję fuzji, inaczej niż impulsowe eksplozje w przypadku Dedala, miał mieć możliwość rozpędzenia się do ok. 4.5% prędkości światła i dotarcia do układu Alpha Centauri w 100 lat.

Po nieco dłuższym zastoju na przełomie wieków ludzkość znów zaczęła marzyć o lotach międzygwiezdnych w pierwszych dziesięcioleciach XXI wieku. W 2010 roku naukowcy z Ames Research Center przy NASA ogłosili zainicjowanie projektu "100-year starship", którego celem jest intensywne definiowanie kierunków oraz opracowywanie technologii w ciągu najbliższych 100 lat, które umożliwią zbudowanie statku umożliwiającego ludzkości międzygwiezdne podróże. Inną, nieco bliższą rzeczywistej realizacji koncepcją, jest projekt "Breakthrough Starshot" zainicjowany w 2016 roku przez rosyjskiego fizyka, filantropa i milionera - Yuriego Milnera. Projekt zakłada wystrzelenie roju 1000 nano-satelitów wyposażonych w żagle słoneczne (obecna wersja koncepcji zakłada rozmiar żagla wynoszący 4x4m). Ważące kilka gram satelity, wystrzelone na orbitę, zostałyby rozpędzone poprzez uderzenie skierowanego w ich żagle, skoncentrowanego strumienia lasera z Ziemi o mocy sumarycznej 100 GW. Statki rozpędzone do 20% prędkości światła mogłyby dotrzeć do oddalonego o 4.2 lata świetlne systemu Alpha Centauri w 20 lat. Dla przykładu dotarcie do oddalonego o 8.58 lat świetlnych Syriusza zajęłoby 68.9 lat. Kolejne, udoskonalane prototypy takiego statku, są prezentowane co roku przez Breakthrough Starshot.

Jak pokazują wyżej opisane przykłady, w XX wieku zupełnie na serio nauka zajęła się problematyką podróży międzygwiezdnych. Koncepcje leżące w sferze marzeń i wyobraźni twórców science-fiction stają się powoli realną wizją. Ostatni z opisanych projektów wychodzi już poza sferę teoretyki w postaci budowanych właśnie teraz prototypów. Żyjemy w niesamowitych czasach, w których być może za 15-20 lat będziemy świadkami startu pierwszych statków ludzkości w stronę gwiazd.

niom. Okazało się, że pomimo trudnych warunków MOF utrzymał swoje właściwości, a co więcej jego parametry nie uległy znacznemu pogorszeniu.

MOFy – czyli jak zmieścić boisko na dłoni

Do tej pory opisano kilkadziesiąt struktur (baza CCDC – Cambridge Crystallographic Data Centre), jednakże większość z nich nie znalazła praktycznego wykorzystania. Jest jednak kilka materiałów, które mają imponujące właściwości i wydają się obiecujące do zastosowania w procesach katalitycznych i adsorpcyjnych. Jednym z przykładów takich materiałów są NU-109 i NU-110 (Northwestern University). Materiały te mają największą odnotowaną dotąd powierzchnię właściwą wśród wszystkich materiałów na świecie, sięgającą ponad 7000 m² na 1 gram próbki. Można sobie wyobrazić, że powierzchnia bliska rozmiarom boiska do piłki nożnej może znajdo-

wać się w małej probówce lub na dłoni.

Czy istnieje górna granica?

Można by się zastanawiać, czy skoro otrzymano materiał o tak rozwiniętej powierzchni, to czy istnieje górna granica porowatości, której nie uda się przekroczyć. Według obliczeń można otrzymać materiał, którego powierzchnia będzie wynosić ponad 14 000 m²/g. Jednakże do tej pory nie ma żadnych danych na temat otrzymania takiego materiału eksperymentalnie. Tematyka porowatych materiałów metaloorganicznych jest bardzo rozległa. Istnieje wiele możliwości modyfikowania tych związków, opracowywania dogodniejszych dróg syntezy oraz otrzymywania zupełnie nowych struktur. MOFy stały się obiecującą grupą materiałów do zastosowania w procesach katalitycznych i adsorpcyjnych, mogących zastąpić związki stosowane do tej pory.

"Morderca Plutona" i dziewiąta planeta

Trzeba przyznać, że tym razem sam tytuł brzmi elektryzująco. Za chwilę jednak postaramy się wyjaśnić wszystkie te enigmatycznie brzmiące określenia. Układ Słoneczny - nasz dom. Jeszcze kilkanaście lat temu widniał on w prawie wszystkich podręcznikach jako układ 9 planet z malutkim, odkrytym w latach 30-tych Plutonem. Taki obraz naszego rodzimego układu planetarnego to wynik odkryć ostatnich stuleci.

■ Adam Wiernasz

Wędrowcy

W zasadzie od początku istnienia gatunku ludzkiego nasi przodkowie obserwowali na niebie pięć gwiazd, czemu zawdzięczają swą nazwę. W niektórych kulturach Wenus traktowana była jako dwa odrębne obiekty - czasem jako gwiazda poranna, czasem wieczorna.

Lodowe giganty

Pomijając zupełnie zmiany postrzegania kształtu Układu Słonecznego przez ludzkość na przestrzeni dziejów, wymienione wyżej pięć ciał niebieskich było naszą jedyną rodziną od starożytności

aż do drugiej połowy XVIII wieku. Kolejna z planet, Uran, choć była zaobserwowana wcześniej wielokrotnie, została oficjalnie sklasyfikowana jako planeta dopiero w 1783 roku. Dwa lata wcześniej William Herschel zaobserwował Urana przez teleskop w swoim ogrodzie. Zauważył on, że ta dziwna gwiazda, w odróżnieniu od innych, zmienia swe rozmiary kątowe w zależności od zastosowanego w teleskopie powiększenia. Zgłosił swoją obserwację do brytyjskiego Royal Society, opisując odkryty obiekt jako kometę. Większość ówczesnych europejskich astronomów zrewidowała szybko tę tezę, obliczając orbitę nowo odkrytego ciała niebieskiego. Wszystko wskazywało na to, że Herschel odkrył nową planetę. Z odkryciem kolejnej planety, Neptuna, nie było już tak łatwo. Choć po raz pierwszy Neptun został

zaobserwowany przez Galileusza (niestety, ten w 1612 roku, podczas obserwowania bliskiej koniunkcji Neptuna z Jowiszem, uznał go za gwiazdę z powodu zbyt powolnego poruszania się po nieboskłonie), dopiero w XVIII wieku astronomowie zaczęli poważne poszukiwania kolejnej, znajdującej się poza orbitą Urana planety. Motywacją do przeczesywania odległych obszarów Układu Słonecznego stały się obliczenia orbity Urana, wykonane przez Alexis Bouvadra w 1821 roku. Wykazały one niepokojące perturbacje, mogące wskazywać na istnienie dalej położonego ciała niebieskiego, oddziałującego na orbitę Urana. Ostatecznie planeta została zaobserwowana w 1846 roku przez niemieckich astronomów, przekonanych do jej poszukiwań przez Francuza Le Verriera, któremu dziś przypisuje się największy wkład w odkrycie Neptuna. Całej historii pikanterii dodaje fakt, że równolegle do Le Verriera intensywne estymacje położenia nowej planety prowadził Anglik John Couch Adams. Pierwotnie to on razem z Le Varrierem otrzymał równoważne miano odkrywcy nowej planety, jednakże rewizja faktów przeprowadzona przez historyków w drugiej połowie XX wieku zaowocowała skreśleniem Adamsa z listy głównych odkrywców Neptuna.

Problematyczny karzeł

Opisane wyżej fakty to dopiero początek kontrowersji w naszej historii. Dopełnieniem obowiązującego do niedawna modelu Układu Słonecznego było odkrycie Plutona na początku 1930 roku przez młodego astronoma Clyde'a Tombaugh. 23-latek po prawie roku analizowania robionych przez teleskop zdjęć nieba, odkrył maleńki obiekt zmieniający swoją pozycję w czasie. Wieści o odkryciu obieły cały świat i niedługo później, po burzliwej walce o nazwę, oficjalnie ochrzczono nowo odkrytą planetę imieniem Pluton. Obraz Układu Słonecznego w takim kształcie funkcjonował w literaturze przez następne 60 lat. Zapewne większość czytelników urodzonych przed 2000 rokiem właśnie taki schemat pamięta: Słońce oraz dziewięć okrążających je planet. W latach 90 XX wieku astronomowie zaczęli jednak odkrywać inne pomniejszych obiekty, znajdujące się w mniej więcej takiej samej odległości od Słońca, co Pluton. Jednak w tamtym czasie żadne z nowo odkrytych ciał nie dorównywało swym rozmiarem ostatniej planecie. Niestety, w miarę kolejnych odkryć obraz ten ulegał zmianie. Do 2005 roku odkryte zostały już 3 ciała dorównujące Plutono-



Gromada gwiazd M13. fot. Piotr Kołaczek-Szymanski

wi rozmiarami: Quaoar, Sedna oraz Eris. Szybko stało się jasne, że za chwilę Układ Słoneczny poszerzy się o dziesiątki małych planet znajdujących się za orbitą Neptuna. Zaniepokojeni tym faktem członkowie Międzynarodowej Unii Astronomicznej sygnalizowali, że lada moment należało będzie przeklasyfikować na planety Ceres, nasz księżyc czy księżyce gazowych olbrzymów.

Idzie nowe

W 2006 roku Pluton oficjalnie przestał być klasyfikowany jako planeta. Określono go jako przedstawiciela nowo formującej się kategorii obiektów transneptunowych. W 2008 roku IAU oficjalnie określiła obiekty: Ceres, Plutona, Eris, Haumea, oraz Makemake mianem planet karłowatych. Ogromny wkład w te wszystkie odkrycia i zmiany ma pewien amerykański Astronom - Mike Brown. Jest współodkrywcą 24 obiektów, głównie transneptunowych. Jego przydomek to "Pluto Killer". Odkrycia tego astronoma to między innymi planety karłowate: Sedna, Haumea, Makemake i Eris. Morderca Plutona odkrył przed nami zupełnie nowy, ekscytujący obraz małych światów należących do rodziny naszego układu planetarnego. Początkowo sądzono, że są to monotonne, skute lodem, martwe skały przemierzające Pas Kuipera poza orbitą Neptuna. W 2002 roku teleskop Hubble'a dostarczył nam pierwsze, niezbyt wyraźne zdjęcie Plutona. Pomimo braku wyraźnych detali, szokowało ono mnogością kolorów oraz kształtów plam na powierzchni. Prawdziwy przełom w naszej wiedzy na temat obiektów transneptunowych nastąpił jednak dopiero w lipcu 2015 roku, kiedy to sonda New Horizons przeleciała obok Plutona, dostarczając piorunujących zdjęć barwnego świata, pełnego bogatej różnorodności form geologicznych. Łańcuchy gór, skute lodem równiny, prawdopodobne kriowulkany i styki płyt tektonicznych. Obecnie szacuje się na podstawie danych z New Horizons, że powierzchnia Plutona może mieć nie więcej niż 180 000 lat!

Dziewięć

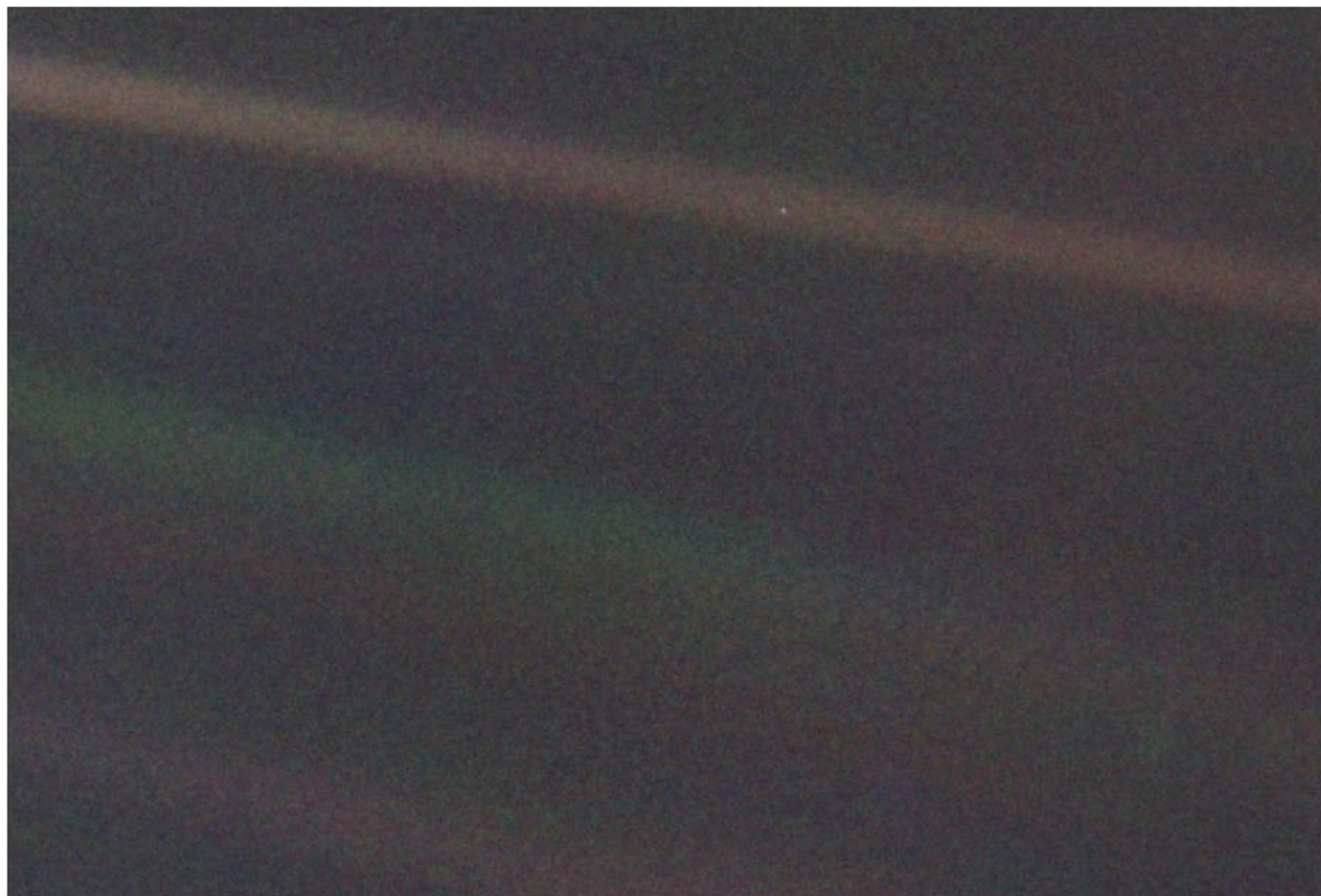
Według najnowszych danych szacuje się, że około 150 odkrytych obiektów transneptunowych może być planetami karłowatymi. Prognozuje się, że w całym pasie Kuipera może się skrywać 200 pla-

net karłowatych. W oddalonym obłoku Oorta mogą się kryć tysiące tego typu obiektów. Szczegółowe obserwacje zachowania orbit kilku największych z tych obiektów doprowadziły do odkrycia kolejnego szokującego fenomenu. W 2014 roku po raz pierwszy uczeni zauważyli, że kształt orbit dwóch obiektów transneptunowych (Sedna oraz 2012 VP113) może wskazywać na istnienie jakiegoś nieznanego ciała niebieskiego całkiem sporych rozmiarów. Dwa lata później wspomniany wcześniej Mike "Pluto Killer" Brown wraz z Konstantinem Batyginem wskazali, że orbity sześciu dużych obiektów transneptunowych noszą ślad wpływu grawitacyjnego dużo większego ciała (około 10 mas Ziemi), znajdującego się nawet 20 razy dalej niż Neptun, ostatnia ze znanych do dziś planet układu słonecznego. Zaproponowano kilka hipotez tłumaczących istnienie tak dużego ciała w tak ogromnej odległości od Słońca. Jedne mówią o "wyszczerzeniu" planety podczas niestabilnego okresu formowania się układu słonecznego. Inne przewidują, że tego typu obiekt mógł zostać przechwycony przez grawitację Słońca podczas bliskiego spotkania z inną gwiazdą kilka miliardów lat temu. Takie zbliżenia gwiazd występowały już wcześniej oraz będą występowały w przyszłości z powodu ruchu gwiazd dookoła centrum Drogi Mlecznej.

Poszukiwania

Na podstawie danych o kształcie orbit obiektów wskazujących na istnienie dziewiątej planety wynika, że planeta może być widoczna z północnej półkuli gdzieś w okolicach konstelacji Oriona na obszarze równym 2000 stopni kwadratowych powierzchni nieba. Jej zaobserwowanie może być jednak problematyczne, ponieważ jej szacowana jasność to jedynie 22 Magnitudo lub jeszcze mniej. Zabójca Plutona sugeruje, że poszukiwania mogą potrwać 5 lat. Wystartowały także dwa projekty społecznościowe, w ramach których każdy może się przyczynić do odkrycia dziewiątej planety poprzez porównywanie archiwalnych zdjęć nieba zupełnie jak Clyde Tombaugh prawie 100 lat temu. Serdecznie zapraszam każdego do wzięcia udziału w tych poszukiwaniach (<https://www.zooniverse.org/projects/skymap/planet-9> oraz <https://www.zooniverse.org/projects/marc-kuchner/backyard-worlds-planet-9>).

Kosmiczna perspektywa



fot. NASA/JPL

"Spójrz ponownie na tę kropkę. To Nasz dom. To my. Na niej wszyscy, których kochasz, których znasz. O których kiedykolwiek słyszałeś. Każdy człowiek, który kiedykolwiek istniał, przeżył tam swoje życie. To suma Naszych radości i smutków. To tysiące pewnych swego religii, ideologii i doktryn ekonomicznych..."

■ **Adam Wiernasz**

To każdy myśliwy i zbieracz. Każdy bohater i tchórz. Każdy twórca i niszczyciel cywilizacji. Każdy król i chłop. Każda zakochana para. Każda matka, ojciec i każde pełne nadziei dziecko. Każdy wynalazca i odkrywca. Każdy moralista. Każdy skorumpowany polityk. Każdy wielki przywódca i wielka gwiazda. Każdy święty i każdy grzesznik w historii Naszego gatunku, żył tam. Na drobinie kurzu zawieszanej w promieniach Słońca. Pomyśl o rzekach krwi przelewanych przez tych wszystkich imperatorów, którzy w chwale i zwycięstwie mogli stać się chwilowymi władcami fragmentu tej kropki. Naszym pozom. Naszemu urojonemu poczuciu własnej ważności, naszej iluzji posiadania jakiejś uprzywilejowanej pozycji we wszechświecie, rzuca wyzwanie ta oto kropka bladego światła"

Ten wstrząsająco dobitny cytat Carla Sagana sta-

nowi opis do widocznego na górze zdjęcia pt. "Błękitna Kropka", przedstawiającego Ziemię z odległości 6 miliardów kilometrów, wykonanego przez sondę Voyager w 1990 roku. Sonda opuszczała wtedy Układ Słoneczny mijając orbitę Neptuna. Słowa te, wypowiedziane prawie 30 lat temu, zdają się być po dziś dzień niezwykle aktualnym przekazem. Kiedy czytamy ten tekst, w naszej kieszeni, albo nie dalej niż metr od nas, znajduje się nasz telefon. W 2018 roku jest to urządzenie zdolne do wykonywania rozproszonych obliczeń naukowych. Posiadające moduł GPS, dzięki któremu możemy bezpiecznie i szybko dotrzeć w każde wybrane przez nas miejsce. Dzięki sieci Internet możemy w każdej chwili uzyskać dostęp do każdej informacji z dowolnej dziedziny nauki. Możemy wykonać cyfrowe zdjęcie i zapisać je na maleńkiej karcie zdolnej pomieścić

kilkanaście tysięcy fotografii. Wszystkie te dobrodziejstwa są w naszym zasięgu dzięki nauce. W przypadku smartfonów, większość opisanych wyżej funkcji powstała na potrzeby eksploracji kosmosu, jednak dziś stanowią też ogromne udogodnienia w naszym codziennym życiu. Ludzkość dotarła do punktu największego rozwoju technologicznego w swojej historii dzięki nauce. Także dzięki wpływom nauki na wszystkie dziedziny życia mamy obecnie najniższy poziom biedy i ubóstwa w historii ludzkości. Wszystko to dzięki głównemu narzędziu nauki - metodzie naukowej. Polega ona na studiowaniu i poznawaniu praw rządzących naturą i światem w oparciu o żelazną logikę. Jej podstawowym celem jest dążenie do poznawania prawdy. W myśl opracowanych wokół niej metodologii, każde nowe odkrycie oraz każda nowa teza postawiona na podstawie badań i obserwacji, poddawane są szczegółowej ocenie przez bardzo szerokie grono wybitnych naukowców z danej dyscypliny. To metoda naukowa pozwoliła nam osiągnąć najszybsze tempo rozwoju naszej cywilizacji od końca XIX wieku. Wydawać by się zatem mogło, że w dobie takiego rozkwitu wiedzy naszej cywilizacji, każdy z nas może jako oświecony humanista poznawać codziennie świat oraz sprawiać, aby był on lepszym miejscem dla innych. Niestety obraz rzeczywistości jest nieco odmienny. U progu lat 20-tych XXI wieku ludzkość zdaje się skręcać w niewłaściwym kierunku. Pomimo tak ogromnych możliwości dostępu do wiedzy rodzą się ruchy antyszczepionkowe, ruchy wyznawców płaskiej Ziemi. Z przerażeniem można jedynie obserwować ruchy na arenie politycznej współczesnej Europy, gdzie coraz więcej krajów po każdych kolejnych wyborach skręca w stronę skrajnego nacjonalizmu i rasizmu. Odradzają się demony przeszłości takie jak neonazizm. Pokój oraz dążenie do prawdy zaprowadziło nas tak daleko, jednak chcemy wszystko zaprzepaścić. Ludzkość zdaje się nie odrabiać lekcji z historii. Z przerażeniem spotykam się z postawą totalnej ignorancji wśród młodych wykształconych i wyspecjalizowanych osób. Wielokrotnie osoby z tytułem naukowym po prestiżowej uczelni technicznej nie wiedzą jaka sytuacja polityczna czy gospodarcza ma miejsce w Polsce! Nie mówiąc o Europie czy całym globie. Wielu młodych ludzi nie jest zainteresowanych nauką, przez co bardzo łatwo wpadają w sidła pseudonauki oraz teorii spiskowych. Gdzie popełniamy błąd? Kto ponosi

za to odpowiedzialność?

Otóż my. My wszyscy. Każdy rodzic, który zabija ciekawość w młodym potomku, każdy nauczyciel, który znudzony latami pracy przelewa bezwiednie obowiązkowy programowo materiał przez palce uczniów, którzy po zdaniu najbliższego sprawdzianu spotkają się z tą porcją wiedzy dopiero jako rodzice, odrabiając lekcje z dziećmi.

Jakimś niezrozumiałym sposobem zmarginalizowaliśmy coś, co doprowadziło nas od czasów strugania kamieni do ery kwantowego Internetu i podróży na inne planety. Nauka jest dziś w odwrocie, a ten artykuł to poważny apel do każdego z Państwa. Pierwsze poważne efekty widzimy już teraz, kiedy liderami państw zostają bardzo dalecy od oświecenia populiści. Jedną z pierwszych decyzji prezydent USA, Donalda Trumpa, było wycofanie Stanów Zjednoczonych z porozumienia klimatycznego. NASA dostała zakaz pisanie o zmianach klimatycznych we wszystkich mediach społecznościowych, a wszelkie programy badawcze tej agencji związane ze zmianami klimatu zostały anulowane. Niewykształceni liderzy krajów rozwijających się, w myśl egoistycznej chęci bogacenia się, pozwalają na wycinanie dziewiczych lasów Amazonii czy też lasów Indonezji pod plantacje oleju palmowego dla wielkich koncernów. Tym sposobem w zastraszającym tempie giną płuca Ziemi. Na naszym rodzimym podwórkuomal nie doszło do tragedii w postaci poważnej ingerencji i zniszczenia jednego z ostatnich na świecie lasów naturalnych z powodu totalnej ignorancji władz, których decyzje były sprzeczne z głosem świata nauki. Ogromny i ciągle rosnący popyt na spożycie mięsa powoduje tak ogromne zużycie zasobów naturalnych Ziemi na potrzeby produkcji, że każdego roku nasz dzień długu ekologicznego (dzień w którym ludzkość zużywa całość rocznych zasobów naturalnych, które Ziemia jest zdolna odnowić) przypada na coraz to wcześniejszy dzień roku. Każdy z wymienionych wyżej problemów to ogromne zagadnienie wokół którego powstały dziesiątki lub setki publikacji naukowych z bardzo szczegółowymi badaniami. Czy powinniśmy teraz usiąść z rozłożonymi rękami i zacząć płakać?

Nie! Każdy z nas może coś zrobić. Zainteresujmy się poważnymi problemami. Uzbrojmy się w wiedzę i podczas dyskusji ze znajomymi przekazujmy fakty poparte żelaznymi dowodami w badaniach naukowych. Rozbudzajmy w dzie-